

Verfahren zur automatischen Bestimmung der Einbaupositionen von Rädern in einem Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Aus der DE 42 05 911 A1 ist eine Überwachungsvorrichtung für den Luftdruck von luftbereiften Fahrzeugrädern bekannt. Allerdings ist die dort vorgestellte Realisierung sehr aufwendig. Eine darin genannte Ausführungsform weist pro Sender im Rad einen zugehörigen Empfänger am Fahrzeug auf, eine andere Ausführungsform basiert auf einer kombinierten Sende-/Empfangseinheit im Rad und einem oder mehreren Empfangseinheiten am Fahrzeug. Die Zuordnung der einzelnen Räder zu den Einbauorten erfolgt über einen sogenannten Paarungsprozess, der entweder manuell oder automatisch vorgenommen wird. Bei dem manuellen Paarungsprozess erfolgt die Zuordnung der Räder zu ihren Einbauorten durch einen Bediener, daher ist der manuelle Paarungsprozess sehr zeit- und arbeitsintensiv und kann bei einer fehlerhaften Bedienung zu einer falschen Zuordnung der einzelnen Räder zu den Einbauorten führen. Bei dem automatischen Paarungsprozess ist eine fehlerfreie Zuordnung der einzelnen Räder zu den Einbauorten möglich, allerdings ist der notwendige technische Aufwand sehr hoch und teuer, da zusätzliche Hardware, z. B. mehrere Empfangsantennen, erforderlich ist.

Aus der DE 197 21 480 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung von Druckverlusten im Fahrzeugreifen bekannt. Da das Verfahren auf Signalen basiert, die aus Raddrehzahlen mehrerer Fahrzeugräder gewonnen werden, kann eine Zuordnung des Rades mit einem Luftdruckverlust zu der jeweils tatsächlich vorliegenden Montageposition erfolgen. Jedoch ist das Verfahren nicht

geeignet, einen absoluten Druckwert der einzelnen Räder zu ermitteln.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin ein kostengünstiges Verfahren bereitzustellen, welches Informationen über absolute Luftdruckwerte sowie der Montagepositionen liefert.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die Korrelationsbeiwerte werden vorzugsweise aus ersten Zuordnungsfunktionen und zweiten Zuordnungsfunktionen unter Zuhilfenahme einer Korrelationsfunktion ermittelt.

Die ersten Zuordnungsfunktionen werden bevorzugt aus den TPMS-Informationen gebildet, welche alle möglichen Zuordnungen der Identifikationsnummern zu den Einbaupositionen beschreiben, wobei jeder möglichen Zuordnung ein individueller Kennwert zugeordnet wird. Weiterhin werden nach der hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsform aus den DDS-Informationen die zweiten Zuordnungsfunktionen gebildet, welche jeder möglichen Einbauposition eines Rades jeweils einen weiteren individuellen Kennwert zuweisen. Vorzugsweise bestehen die ersten Zuordnungsfunktionen aus 24 Funktionen $F_{dmR_j_i}$ (j beschreibt einen ganzzahligen Index der Werte zwischen 1 und 24 annehmen kann; i beschreibt einen Laufindex), welche bei einem vierrädrigen Fahrzeug alle möglichen Zuordnungen der Identifikationsnummern zu den Einbaupositionen beschreiben. Weiterhin bevorzugt bestehen die zweiten Zuordnungsfunktionen bei einem vierrädrigen Fahrzeug aus 4 Funktionen F_{imR_i} (i beschreibt einen weiteren Laufindex),

welche die möglichen Einbaupositionen (vorne links, vorne rechts, hinten links, hinten rechts) eines Rades beschreiben.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens beinhalten die Korrelationsfunktion eine Mittelwertbildung über die Zeit.

Vorzugsweise wird die Korrelationsfunktion aus einem Quotienten erhalten, aus einem Dividend, der im wesentlichen aus einer Multiplikation der ersten Zuordnungsfunktionen mit den zweiten Zuordnungsfunktionen besteht, und einem Divisor, der im wesentlichen aus einer Multiplikation der quadrierten ersten Zuordnungsfunktionen mit den quadrierten zweiten Zuordnungsfunktionen besteht.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform stellen die Korrelationsbeiwerte Zahlenwerte dar, welche Wahrscheinlichkeiten beschreiben, ob die gewählte Zuordnung der Identifikationsnummern zu den Einbaupositionen mit der tatsächlichen Zuordnung übereinstimmt, wobei durch die zeitliche Mittelwertbildung eine Normierung der Zahlenwerte auf einen Wertebereich, insbesondere auf den Bereich zwischen -1 und +1, erfolgt.

Vorteilhafterweise werden alle berechneten Korrelationsbeiwerte miteinander verglichen, wobei der Korrelationsbeiwert mit dem höchsten betragsmäßigen Zahlenwert die richtige Zuordnung der Räder zu den Einbaupositionen darstellt. Anschließend werden die Identifikationsnummern gemäß der ermittelten Zuordnung den Einbaupositionen zugeordnet.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels.

Das Verfahren basiert auf einem direkt messenden Reifendrucküberwachungssystem (TPMS; Tire Pressure Monitoring System) mit 4 sendenden Raddruckmodulen und einer Empfangs- und Auswerteeinrichtung. Bei diesem System befindet sich in jedem Rad eine Reifendruckmesseinrichtung mit einer Sendeeinrichtung, welche TPMS-Informationen, die je Rad aus einer radindividuellen Identifikationsnummer sowie den zu diesem Rad gehörenden Luftdruck bestehen, an die Empfangs- und Auswerteeinrichtung überträgt. Da das beschriebene direkt messende Reifendrucküberwachungssystem ohne einen weiter oben beschriebenen Paarungsprozess oder einen anderen Zuordnungsprozess nicht in der Lage ist, eine Zuordnung der Räder zu ihren Einbaupositionen allein aus den Identifikationsnummern zu realisieren, werden weitere Informationen benötigt, welche eine Zuordnung der Räder zu ihren Einbaupositionen ermöglicht. Diese zusätzlichen Informationen, im weiteren DDS-Informationen genannt, werden aus einem indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystem (DDS; Deflation Detection System), welches aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder Luftdruckänderungen ermittelt, und daher zur Bestimmung der Einbauposition eines Rades, welches einen Druckverlust aufweist, geeignet ist. Das direkt messende Reifendrucküberwachungssystem sendet die TPMS-Informationen an die Empfangs- und Auswerteeinrichtung. Das indirekt messende Reifendrucküberwachungssystem erzeugt bevorzugt Referenzwerte, die einen Reifendruckverlust anzeigen. Während der Fahrt ändern sich die TPMS-Informationen, z. B. durch Temperatureinflüsse, mehr oder weniger ständig. Auch die DDS-

Informationen werden während der Fahrt durch zahlreiche Störeffekte beeinflusst, z. B. durch sich ändernde Radabrollumfänge wegen Radlastvariationen, Reibwertänderungen, Beladungsvariationen etc. Das Verfahren der Erfindung basiert auf der Tatsache, dass im Regelfall die Reifendruckänderungen der TPMS-Informationen mit den Änderungen der DDS-Informationen korrelieren.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden zwei Zuordnungsfunktionen F_{imR} (imR steht für indirekt messendes Reifendrucküberwachungssystem) und F_{dmR} (dmR steht für direkt messendes Reifendrucküberwachungssystem) gebildet, welche mit Hilfe eines Korrelationsverfahren und eines Auswerteverfahrens eine Zuordnung der Räder zu den Einbaupositionen ermöglichen.

Die Funktion F_{imR_i} (i steht für einen Laufindex) weist einem Rad einen Wert zu. Dabei ist

$F_{imR_i} = 1$, falls das Rad VR schneller ist,

$F_{imR_i} = 2$, falls das Rad VL schneller ist,

$F_{imR_i} = 3$, falls das Rad HL schneller ist und

$F_{imR_i} = 4$, falls das Rad HR schneller ist.

Hierbei bedeutet VR vorne rechts, VL vorne links, HL hinten links, und HR hinten rechts.

Da das direkt messende Reifendrucküberwachungssystem lediglich eine Information über den absoluten Reifenluftdruck und die zugehörige Identifikationsnummer ID_x (x steht für einen ganzzahligen Index von 1 bis 4) übermittelt, müssen alle möglichen Kombinationen zwischen den Einbaupositionen (VR,

VL, HR, HL) und den Identifikationsnummern (ID_1, ID_2, ID_3, ID_4) getestet werden.

Es ergeben sich bei einem vierrädrigen Fahrzeug 24 unterschiedliche Kombinationen. Diese 24 Funktionen $F_{dmR_j_i}$ (j beschreibt einen ganzzahligen Index der Werte zwischen 1 und 24 annehmen kann; i beschreibt einen Laufindex) werden im folgenden berechnet. Die erste Funktion $F_{dmR_1_i}$ entspricht zum Beispiel der möglichen Zuordnung

$VR = ID_1, VL = ID_2, HL = ID_3, HR = ID_4.$

Daraus ergibt sich für die Funktion $F_{dmR_1_i}$ die folgende Wertzuordnung

$F_{dmR_1_i} = 1$, falls das Rad mit ID_1 die größere Druckverringerung aufweist,

$F_{dmR_1_i} = 2$, falls das Rad mit ID_2 die größere Druckverringerung aufweist,

$F_{dmR_1_i} = 3$, falls das Rad mit ID_3 die größere Druckverringerung aufweist, und

$F_{dmR_1_i} = 4$, falls das Rad mit ID_4 die größere Druckverringerung aufweist.

Die zweite Funktion $F_{dmR_2_i}$ entspricht zum Beispiel der möglichen Zuordnung $VR = ID_2, VL = ID_3, HL = ID_4, HR = ID_1.$

Daraus ergibt sich für die Funktion $F_{dmR_2_i}$ die folgende Wertzuordnung

$F_{dmR_2_i} = 1$, falls das Rad mit ID_2 die größere Druckverringerung aufweist,

$F_{dmR_2_i} = 2$, falls das Rad mit ID_3 die größere Druckver-
 ringerung aufweist,
 $F_{dmR_2_i} = 3$, falls das Rad mit ID_4 die größere Druckver-
 ringerung aufweist, und
 $F_{dmR_2_i} = 4$, falls das Rad mit ID_1 die größere Druckver-
 ringerung aufweist.

Den Funktionen $F_{dmR_3_i}$ bis $F_{dmR_24_i}$ werden entsprechende Werte zugeordnet.

Die 24 Korrelationsbeiwerte $Korr_j$ (j beschreibt einen ganzzahligen Index der Werte zwischen 1 und 24 annehmen kann) werden gemäß der Gleichung

$$Korr_j = \frac{\sum_{i=1}^N [(F_{imR_i}) \cdot (F_{dmR_j_i})] - \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (F_{imR_i}) \cdot \sum_{i=1}^N (F_{dmR_j_i})}{\left\{ \left[\left(\sum_{i=1}^N (F_{imR_i})^2 \right) - \frac{1}{N} \cdot \left(\sum_{i=1}^N F_{imR_i} \right)^2 \right] \cdot \left[\left(\sum_{i=1}^N (F_{dmR_j_i})^2 \right) - \frac{1}{N} \cdot \left(\sum_{i=1}^N F_{dmR_j_i} \right)^2 \right] \right\}^{0,5}}$$

bestimmt. Dabei gibt N die Anzahl der Messungen an.

Die Korrelationsbeiwerte $Korr_j$ bewegen sich hierbei im Bereich $-1 \leq Korr_j \leq +1$. Die Funktion $F_{dmR_j_i}$, die einen betragsmäßig deutlich größeren Korrelationsbeiwert $Korr_j$ als alle anderen Korrelationsbeiwerte $Korr_j$ aufweist, beschreibt mit einer hohen Wahrscheinlichkeit die richtige Zuordnung der Identifikationsnummern (ID_1, ID_2, ID_3, ID_4) zu ihren Einbaupositionen (VL, VR, HL, HR).

Die Zuordnung der Funktion $F_{dmR_1_i}$ mit VR = ID_1, VL = ID_2, HL = ID_3, HR = ID_4 beschreibt beispielsweise die korrekte Zuordnung. Das heißt, dass der Korrelationsbeiwert $Korr_1$ einen betragsmäßig deutlich größeren Wert aufweist, als die anderen berechneten Korrelationsbeiwerte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Bestimmung der Einbaupositionen von Rädern in einem Kraftfahrzeug, wobei das Kraftfahrzeug ein direkt messendes Reifendrucküberwachungssystem, welches radindividuelle Reifendruckmessrichtungen und Sendeeinrichtungen zur Übertragung von TPMS-Informationen, die Reifenluftdruckwerte und Identifikationsnummern der einzelnen Räder enthalten, zu einer im oder am Fahrzeug installierten Empfangs- und Auswerteeinrichtung beinhaltet, sowie ein indirekt messendes Reifendrucküberwachungssystem, welches DDS-Informationen, die Luftdruckänderungen und Einbaupositionen enthalten, aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder ermittelt, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den TPMS-Informationen und den DDS-Informationen Korrelationsbeiwerte mittels einer Korrelationsfunktion ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Korrelationsbeiwerte aus ersten Zuordnungsfunktionen und zweiten Zuordnungsfunktionen unter Zuhilfenahme der Korrelationsfunktion ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den TPMS-Informationen die ersten Zuordnungsfunktionen gebildet werden, welche alle möglichen Zuordnungen der Identifikationsnummern zu den Einbaupositionen beschreiben, wobei jeder möglichen Zuordnung ein individueller Kennwert zugeordnet wird, und dass aus den DDS-Informationen die zweiten Zuordnungsfunktionen gebildet werden, welche jeder möglichen Einbauposition

eines Rades jeweils einen weiteren individuellen Kennwert zuweisen.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Korrelationsfunktion eine Mittelwertbildung über die Zeit beinhaltet.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Korrelationsfunktion aus einem Quotienten erhalten wird, aus einem Dividend, der im wesentlichen aus einer Multiplikation der ersten Zuordnungsfunktionen mit den zweiten Zuordnungsfunktionen besteht, und einem Divisor, der im wesentlichen aus einer Multiplikation der quadrierten ersten Zuordnungsfunktionen mit den quadrierten zweiten Zuordnungsfunktionen besteht.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Korrelationsbeiwerte Zahlenwerte darstellen, welche Wahrscheinlichkeiten beschreiben, ob die gewählte Zuordnung der Identifikationsnummern zu den Einbaupositionen mit der tatsächlichen Zuordnung übereinstimmt, wobei durch die zeitliche Mittelwertbildung eine Normierung der Zahlenwerte auf einen Wertebereich, insbesondere auf den Bereich zwischen -1 und +1, erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle berechneten Korrelationsbeiwerte miteinander verglichen werden, wobei der Korrelationsbeiwert mit dem höchsten betragsmäßigen Zahlenwert die richtige Zuordnung der Räder zu den Einbaupositionen darstellt, und

- 10 -

dass die Identifikationsnummern gemäß der ermittelten
Zuordnung den Einbaupositionen zugeordnet werden.

Zusammenfassung

Verfahren zur automatischen Bestimmung der Einbaupositionen von Rädern in einem Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Bestimmung der Einbaupositionen von Rädern in einem Kraftfahrzeug, wobei das Kraftfahrzeug ein direkt messendes Reifendrucküberwachungssystem, welches radindividuelle Reifendruckmesseinrichtungen und Sendeeinrichtungen zur Übertragung von TPMS-Informationen, die Reifenluftdruckwerte und Identifikationsnummern der einzelnen Räder enthalten, zu einer im oder am Fahrzeug installierten Empfangs- und Auswerteeinrichtung beinhaltet, sowie ein indirekt messendes Reifendrucküberwachungssystem, welches DDS-Informationen, die Luftdruckänderungen und Einbaupositionen enthalten, aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder ermittelt, aufweist, wobei aus den TPMS-Informationen und den DDS-Informationen Korrelationsbeiwerte mittels einer Korrelationsfunktion ermittelt werden.